

German Patent No. 29621449

DEVICE FOR IMPROVING THE GRID COMPATIBILITY OF WIND
TURBINES WITH ASYNCHRONOUS GENERATORS

According to the generic portion of claim 1, the present invention relates to an apparatus for improving the grid compatibility of wind turbines with asynchronous generators that are connected to a power supply grid.

Wind turbines connected to a power supply grid are well known in the prior art. The problem with these grid-connected wind turbines is the fact that the electrical fluctuations of such wind turbines are relatively large, because fluctuations in the wind energy directly affect the power fed to the grid by the asynchronous generators.

Another problem is posed by interactions between interconnected wind turbines. A main cause of such perturbations is the 'tower shadow effect', i.e. that fluctuations in power output occur when the rotor blade of a wind turbine traverses a zone in the region of the tower where the wind speed is lower. In synchronous operation, these fluctuations in the separate wind turbines are superimposed on each other at their common grid supply point to produce a maximum voltage fluctuation that leads to considerable flicker. Interaction between the wind turbines occurs through the voltage fluctuations resulting from the fluctuations in power output.

Operating a wind turbine on the grid is permissible whenever certain limit values for voltage fluctuation are not exceeded. The voltage changes must be $\leq 3\%$, and the long-term flicker A_t must be kept at ≤ 0.1 .

Start-up and shut-down procedures likewise lead to voltage changes. Variable-speed wind turbines have line-commutated frequency converters that may be responsible for harmonics. Such harmonics have a disruptive effect on other consumers and generate additional losses and dissipation of heat in the grid.

The start-up procedure of a wind turbine with an asynchronous generator connected directly to the grid is usually as follows: after the cut-in signal, the wind turbine remains in the parked position for a certain length of time, for example 1 minute. After that, the wind turbine is started by the wind without a grid connection, until such time as the synchronization speed has been reached. At this moment, a thyristor control (soft starter) connects the generator to the grid, whereby the soft starter limits the cut-in current from the

BEST AVAILABLE COPY

generator. After a few seconds, the soft starter is bypassed by a grid protection system so that the generator is connected directly to the grid. When connecting a single wind turbine to a grid, a relatively large amount of reactive power is required. This reactive power also puts a load on the grid. Similar conditions prevail when connecting wind turbines in a wind farm, so called, in which a plurality of wind turbines are interconnected.

Soft starters generate higher-order harmonics due to phase control. The long-wave fluctuations in power output that likewise occur are generated by many parameters which will not be discussed in any further detail at this juncture.

The overall complex of problems described in the foregoing includes a number of individual issues that must be resolved, and which seem particularly relevant on account of the large number of wind turbines in operation, and the increase in rated power into the megawatt range. In order to exploit the existing uptake capacity of utility grids as far as possible, it is therefore desirable to improve the grid compatibility of wind turbines. Although many wind turbines already connected directly to the utility grid have the advantage of having robust generators as well as simple control cabinets and grid currents free of harmonics, in addition to being simple and cost-efficient, the rigid grid connection exhibits considerable flicker feedback of between 1 bis 2 Hz, depending on the rotor speed. This effect occurs in large wind turbines, especially, and leads to a situation in which only few wind turbines are allowed to be connected to an existing utility grid.

It is therefore the object of the present invention to provide a device that is able to improve the grid compatibility of at least one wind turbine with simple, cost-efficient means.

This object is achieved according to the invention by the characterizing features of the main claim.

According to said claim, the wind turbine of the invention, having a wind-driven rotor mechanically coupled to an asynchronous generator, said asynchronous generator being connected to a public power supply grid, is characterized by a computer-controlled frequency converter having an intermediate DC circuit with an intermediate storage member that absorbs positive fluctuations in power output deviating from the mean line value and delivers them with a time shift.

The method with which this wind turbine for improving the grid compatibility with asynchronous generators works when connecting the wind turbine to the public power supply grid is characterized in that an electronically controlled device absorbs the temporary positive fluctuations in power output deviating from the mean value and delivers them with a time shift.

A basic idea of this invention is to improve the grid compatibility of an asynchronous generator by having an intermediate storage member absorb power that exceeds the mean value, and deliver this excess power at a suitable time later. In this way, the power output is smoothed and the flicker is reduced. In the event that only energy from power fluctuations must be absorbed, it suffices to have a storage unit with a capacity of, for example, 10% of the nominal power rating for a storage duration of at most a few seconds. In order to prevent peaks in power occurring when the intermediate storage member is fully charged, the excess energy is then converted into heat.

The control system preferably consists of a computer-controlled frequency converter with an intermediate DC circuit in which coils or capacitors or other storage means can be used as intermediate storage. The dissipation of temporary higher-order peaks in power is effected by means of a passive component, whereby said passive component may be configured as a heating element.

The frequency converter is advantageously an inverter with an intermediate DC circuit, in other words the alternating current is converted into direct current and then converted back to alternating current. Such converters are commercial prior art.

Other significant features of the invention can be found in the subclaims.

The present invention shall now be described in detail with reference to the drawings. In the drawings,

Fig. 1 is a schematic circuit diagram of the entire wind turbine (1);

Fig. 2 is a power/time curve in which a peak (8) occurs;

Fig. 3 is a power/time curve in which a peak in power (8') exceeding the maximum permissible power (P_{\max}) occurs.

Fig. 1 shows a schematic circuit diagram of the entire wind turbine 1. The wind turbine 1 has a rotor 2, the blades of which (in this case three) can be adjusted according to the direction and force of the wind. The plane of the rotor may be vertical or horizontal. An asynchronous generator 3 which generates electrical power for supply is frictionally connected to the rotor 2. Said electrical power is fed as required into the public grid 5, which generally features the three phases R, S, T. Connected in parallel to said public grid 5 is the device 4 of the invention, which includes a plurality of switches 11, 12, 13. Said electronically controlled device 4 likewise includes a commercially available frequency converter that converts alternating current into alternating

current via an intermediate direct-current circuit. Since said frequency converter is not the subject-matter of the present invention, it is not described here in any further detail. The core element of the electronically controlled device 4 is an intermediate storage member 7, which absorbs temporary positive fluctuations in power that deviate from the mean value and delivers them with a time shift by means of electronically controlled switches 11, 12, 13. The time interval is regulated by the electronic control system. In the event that the maximum permissible power feed from the wind turbine 1 has been reached, the stored energy is dissipated in the storage unit 7 via a switch 12 and a passive component 10. Said passive component 10 may be a heating element, for example, i.e. an ohmic resistance.

Various storage means can be used as the intermediate storage member 7, for example a coil with sufficient inductance (L) or a capacitor with sufficient capacitance (C). It is also conceivable to use a mechanical form of energy storage such as a flywheel or the like.

Fig. 2 is a power/time curve $P(t)$ showing variations in the mean power. In the first part of the curve, regular fluctuations in power are shown that are primarily caused by the rotor blades moving through the tower shadow. The frequency of such regular fluctuations lies between 1 and 3 Hz. Independently of these fluctuations, uncontrolled switching peaks 8 occur during various switching procedures, and these surges can have a disruptive effect on the grid compatibility of the wind turbine 1, as was already mentioned further above. As a basic principle, these voltage peaks 8 must not exceed a limit value of approx. 3%, as defined in the DIN standards. Said switching peaks 8 can be compensated by means of an intermediate storage member 7 according to the invention in order to achieve relative smoothing of the power fed to the grid, as a result of which the grid compatibility is substantially improved.

Fig. 3 is a power/time curve in which the maximum power P_{\max} that may be fed to the grid is shown as a limit value running parallel to the time axis (t). In the event that the maximum permissible grid feeding power (P_{\max}) is exceeded, the purpose of the electronic control device 4 is to dissipate the excess power 8' through a passive component 10 by closing switch 12.

The present invention thus serves to reduce peak power and voltage levels that occur during grid connection procedures, in order to improve in this way the grid compatibility of wind turbines or indeed of other power generation plants, such as photovoltaic sources of energy.

CLAIMS

1. Wind turbine with a wind-driven rotor (2) mechanically coupled to an asynchronous generator (3), said asynchronous generator (3) being connected to a public power supply grid (5), characterized by a computer-controlled frequency converter (6) having an intermediate DC circuit with intermediate storage (7) that absorbs positive fluctuations in power output (8) deviating from the mean line value (9) and delivers them with a time shift.
2. Wind turbine according to claim 1, characterized in that the at least one intermediate storage member (7) absorbs approximately 10% of the nominal power rating of the asynchronous generator (3) for at least one second.
3. Wind turbine according to claim 1 and 2, characterized in that the computer controlled frequency converter (6) comprises at least one electrically controlled switch (11, 12, 13).
4. Wind turbine according to claim 1 and 2, characterized in that the intermediate storage (7) is discharged by a passive component (10) via a switch (12).

Fig. 1

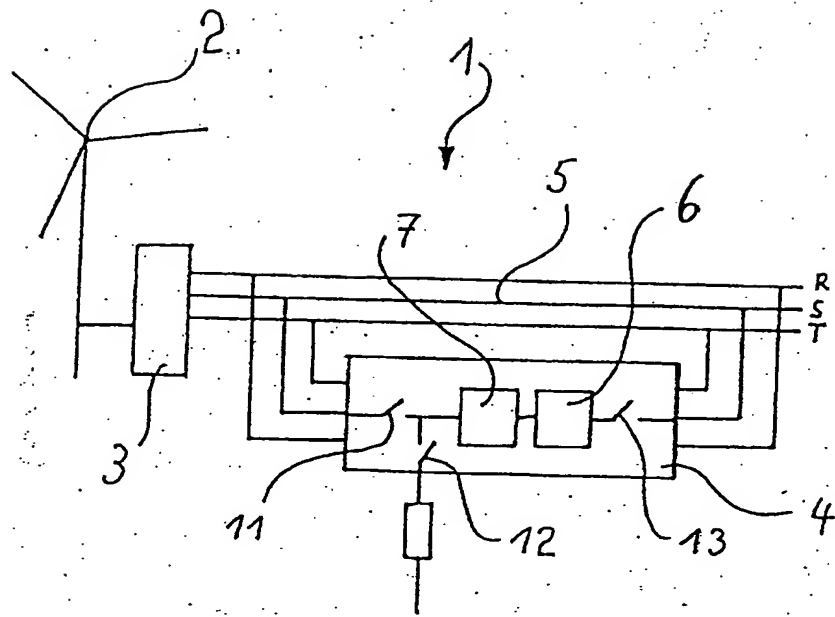


Fig. 1

Fig. 2

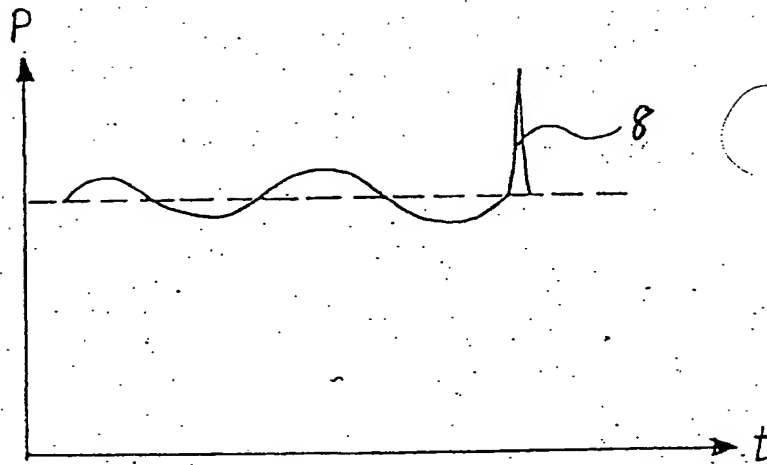


Fig. 2

Fig. 3

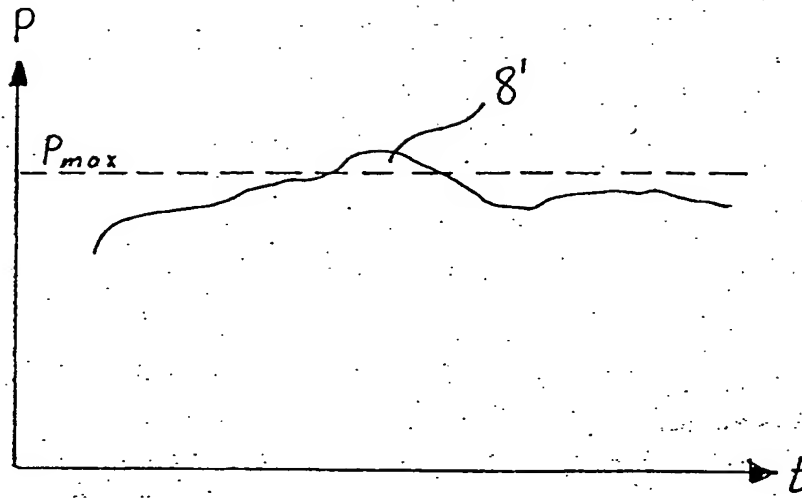


Fig. 3

Eutgenhah zum Einspruch
Nordex

ANLAGE **E1**



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Gebrauchsmuster**
⑩ **DE 296 21 449 U 1**

⑤1 Int. Cl.⁸:
H 02 P 9/46
H 02 M 5/42
H 02 J 15/00
// F03D 7/00

⑳1	Aktenzeichen:	296 21 449.3
㉔2	Anmeldetag:	10. 12. 96
㉔7	Eintragungstag:	6. 2. 97
㉔3	Bekanntmachung im Patentblatt:	20. 3. 97

DE 296 21 449 U 1

㉔3 Inhaber:

NORDEX Energie-Anlagen GmbH, 31737 Rinteln, DE

㉔4 Vertreter:

Söffge, F., Dipl.-Phys.Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 80809
München

㉔5 Vorrichtung zur Verbesserung der Netzverträglichkeit von Windkraftanlagen mit Asynchrongeneratoren

DE 296 21 449 U 1

10.12.98

1

VORRICHTUNG ZUR VERBESSERUNG DER NETZVERTRÄGLICHKEIT VON
WINDKRAFTANLAGEN MIT ASYNCHRONGENERATOREN

Gemäß des Oberbegriffs des Anspruchs 1 bezieht sich die vorliegende Erfindung auf eine Vorrichtung zur Verbesserung der Netzverträglichkeit von Windkraftanlagen mit Asynchrongeneratoren, die an ein Stromversorgungsnetz angeschlossen sind.

Windenergieanlagen, die an ein Stromversorgungsnetz gekoppelt sind, sind im Stand der Technik wohlbekannt. Problematisch an diesen netzgekoppelten Windkraftanlagen ist die Tatsache, daß die elektrischen Schwankungen einer derartigen Windkraftanlage verhältnismäßig groß sind, da Schwankungen der Windkraft sich direkt auf die Leistungsabgabe der Asynchrongeneratoren auswirkt.

10.12.98

2

Ein anderes Problem stellt die Wechselwirkung von untereinander gekoppelten Windkraftanlagen dar. Ein wesentlicher Auslöser derartiger Störungen ist der sogenannten Turmstauereffekt, d.h. daß eine Leistungsschwankung entsteht, wenn das Rotorblatt einer Windkraftanlage im Turmbereich eine Zone verringerter Windgeschwindigkeit durchquert. Beim Synchronlauf überlagern sich die Schwankungen der einzelnen Anlagen im gemeinsamen Netzeinspeisepunkt zu einer maximalen Spannungsschwankung, die zu einem erheblichen Flicker führt. Die Wechselwirkung zwischen den Windkraftanlagen erfolgt über die aus den Leistungsschwankungen resultierenden Spannungsschwankungen.

Der Betrieb einer Windkraftanlage am Netz ist dann zulässig, wenn bestimmte Grenzwerte der Spannungsschwankungen nicht überschritten werden. Die Spannungsänderungen ΔU müssen $\leq 3\%$ sein, und der Langzeitflicker A_t ist $\leq 0,1$ zu halten.

Ein- und Ausschaltvorgänge führen ebenfalls zu Spannungsänderungen. Drehzahlvariable Windkraftanlagen haben netzgeführte Frequenzumrichter, die für Oberschwingungen verantwortlich sein können. Diese wirken sich störend auf andere Verbraucher aus und erzeugen zusätzliche Verluste und Erwärmungen im Netz.

Der Einschaltvorgang einer Windkraftanlage mit direkt netzgekoppeltem Asynchrongenerator läuft üblicherweise wie folgt ab: Nach dem Einschaltsignal bleibt die Anlage zunächst noch eine gewisse Zeit, beispielsweise 1 Minute, in Ruheposition. Danach wird die Anlage ohne Netzkopplung vom Wind hochgefahren, bis die Synchrondrehzahl erreicht ist. In diesem Moment schaltet ein Thyristorsteller den Generator auf das Netz, wobei der Thyristorsteller den Einschaltstrom des Generators begrenzt. Nach einigen Sekunden wird der Thyristorsteller durch ein Netzschütz überbrückt, so daß der Generator direkt am Netz liegt. Beim Aufschalten einer einzelnen Windkraftanlage ist ein verhältnismäßig großer Blindleistungsbedarf notwendig. Diese Blindleistung belastet das Netz ebenfalls. Ähnliche Verhältnisse herrschen beim Aufschalten von Windkraftanlagen in einem sogenannten Windpark,

10.12.98

3

bei dem eine Mehrzahl von Windkraftanlagen zusammengeschaltet sind.

Ein Thyristorsteller erzeugt durch die Phasenanschnittsteuerung Oberschwingungen höherer Ordnung. Die langwelligen Leistungsschwankungen, die ebenfalls auftreten, werden durch eine Vielzahl von Parametern erzeugt, die an dieser Stelle nicht näher erläutert werden.

Der Gesamtkomplex dieser oben aufgezeigten Probleme birgt eine Menge zu lösender Einzelaufgaben, die durch die Vielzahl der Windkraftanlagen und die Leistungssteigerung in den Megawattbereich besonders relevant erscheinen. Um die vorhandene Aufnahmefähigkeit der EVU-Netze weitmöglichst auszunutzen, ist daher eine Verbesserung der Netzverträglichkeit der Windkraftanlagen wünschenswert. Viele Windkraftanlagen, die bereits an das EVU-Netz direkt gekoppelt sind, haben zwar den Vorteil, daß sie robuste Generatoren sowie einfache Steuerschranke und oberwellenfreie Netzströme erzeugen und darüber hinaus einfach und kostengünstig sind, weisen jedoch durch die starre Netzkopplung erhebliche Netzflicker-Rückwirkungen je nach Rotordrehzahl zwischen 1 bis 2 Hz auf. Dieser Effekt tritt besonders bei großen Windkraftanlagen auf und führt dazu, daß nur wenige Windkraftanlagen an ein vorhandenes EVU-Netz angeschlossen werden dürfen.

Daher ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung bereitzustellen, die in der Lage ist, die Netzverträglichkeit mindestens einer Windkraftanlage mit einfachen kostengünstigen Mitteln zu verbessern.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäße durch die kennzeichnenden Merkmale des Hauptanspruchs gelöst.

Danach ist die erfindungsgemäße Windkraftanlage mit einem vom Wind getriebenen Rotor, der mechanisch mit einem Asynchrongenerator gekoppelt ist, der an ein öffentliches Stromversorgungsnetz angeschlossen ist, gekennzeichnet durch einen rechnerge-

10.13.95

4

steuerten Umrichter mit einem Gleichstromzwischenkreis und einem Zwischenspeicher, der kurzfristige, vom Leistungsmittelwert abweichende positive Leistungsschwankungen aufnimmt und zeitversetzt wieder abgibt.

Die Methode, nach der diese Windkraftanlage zur Verbesserung der Netzverträglichkeit mit Asynchrongeneratoren bei Zuschaltung an das öffentliche Stromversorgungsnetz arbeitet, zeichnet sich dadurch aus, daß eine elektronisch gesteuerte Einrichtung die kurzfristigen, vom Mittelwert abweichenden positiven Leistungsschwankungen aufnimmt und zeitversetzt wieder abgibt.

Ein Grundgedanke dieser Erfindung ist es, die Netzverträglichkeit eines Asynchrongenerators dadurch zu verbessern, daß ein Zwischenspeicher vom Mittelwert überschüssige Leistung aufnimmt und zu einem passenden Zeitpunkt später wieder abgibt. Dadurch wird die Leistungsabgabe gelättet und der Flickerwert erniedrigt. Für den Fall, daß lediglich die Energie der Leistungsschwankungen aufgenommen werden soll, reicht ein Speicher aus, der beispielsweise 10% der Nennleistung bei einer Speicherdauer von maximal einigen Sekunden aufweist. Um Leistungsspitzen bei auftretenden Schaltvorgängen bei geladenem Zwischenspeicher zu verhindern, wird die überschüssige Energie dann in Wärme umgesetzt.

Die Steuerung besteht vorzugsweise aus einem rechnergesteuerten Umrichter mit einem Gleichstromzwischenkreis, in dem Spulen bzw. Kondensatoren oder andere Speichermittel als Zwischenspeicher eingesetzt werden können. Die Energieableitung kurzfristiger Leistungsspitzen höherer Ordnung werden mittels eines passiven Bauelements abgeleitet, wobei das Bauelement als Heizelement ausgebildet sein kann.

Vorteilhafterweise ist der Umrichter ein Wechselrichter, mit einem Gleichstromzwischenkreis, das heißt, daß der Wechselstrom in Gleichstrom und anschließend wieder in Wechselstrom umgerich-

10.12.98

5

set wird. Derartige Umrichter sind kommerziell Stand der Technik.

Weitere erfindungswesentliche Merkmale sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

Im nun folgenden wird die vorliegende Erfindung anhand von Zeichnungen im einzelnen näher erläutert. Es zeigt:

- Fig. 1 eine schematische Prinzipschaltung der gesamten Windkraftanlage (1);
- Fig. 2 ein Zeit-Leistungsdiagramm, bei dem eine Schaltspitze (8) auftritt;
- Fig. 3 ein Zeit-Leistungsdiagramm, bei dem eine Leistungsspitze (8') über der maximal zulässigen Leistung (P_{\max}) auftritt.

Die Fig. 1 zeigt eine Prinzipschaltung der gesamten Windkraftanlage 1. Die Windkraftanlage 1 weist einen Rotor 2 auf, dessen Rotorblätter (hier drei) je nach Windrichtung und Windstärke verstellbar sind. Die Rotorebene kann dabei vertikal oder horizontal liegen. Kraftschlüssig mit dem Rotor 2 ist ein Asynchron-generator 3 verbunden, der eine abzugebende elektrische Leistung erzeugt. Diese elektrische Leistung wird in das öffentliche Netz 5 bei Bedarf eingespeist, das im allgemeinen die Phasen R, S, T aufweist. Diesem öffentlichen Netz 5 ist die erfindungsgemäße Einrichtung 4 parallelgeschaltet, die eine Mehrzahl von Schaltern 11, 12, 13 beinhaltet. In dieser elektronisch gesteuerten Einrichtung 4 befindet sich ebenfalls ein kommerziell erhältlicher Umrichter, der Wechselstrom über einen Gleichstromkreis in Wechselstrom wandelt. Da dieser Umrichter nicht Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist, wird er an dieser Stelle nicht näher beschrieben. Zu der elektronisch gesteuerten Einrichtung 4 gehört als Kernstück ein Zwischenspeicher 7, der kurzfristige, vom Mittelwert abweichende positive Leistungsschwankungen aufnimmt und sie mittels elektronisch gesteuerter Schalter 11, 12, 13 zeitversetzt wieder abgibt. Der zeitliche Abstand wird durch die

10.12.98

6

elektronische Steuerung geregelt. Für den Fall, daß die maximal zulässige Leistungsabgabe der Windkraftanlage 1 erreicht ist, wird die gespeicherte Energie im Speicher 7 über einen Schalter 12 und ein passives Bauelement 10 abgeleitet. Dieses passive Bauelement 10 kann beispielsweise ein Heizelement, d.h. ein ohmscher Widerstand.

Als Zwischenspeicher 7 kommen verschiedene Speichermittel in Frage, beispielsweise eine Spule ausreichender Induktivität (L) oder ein Kondensator mit ausreichender Kapazität (C). Denkbar ist auch eine mechanische Energiespeicherung mittels eines Schwungrades oder dergleichen.

In Fig. 2 ist ein Zeit-Leistungsdiagramm $P(t)$ gezeigt, in dem Schwankungen vom Leistungsmittelwert eingetragen sind. Im vorderen Teil des Diagramms sind regelmäßige Leistungsschwankungen eingezeichnet, die primär beim Flügeldurchgang durch den Turmschatten erzeugt werden. Die Frequenz derartiger regelmäßiger Schwankungen liegt zwischen 1 bis 3 Hz. Unabhängig davon treten bei verschiedenen Schaltvorgängen unkontrollierte Schaltspitzen 8 auf, die sich störend auf die Netzverträglichkeit der Windkraftanlage 1 auswirken, wie dies weiter oben bereits erwähnt wurde. Diese Spannungsspitzen 8 dürfen grundsätzlich einen in den DIN-Vorschriften festgelegten Grenzwert von ca. 3% nicht überschreiten. Diese Schaltspitzen 8 können mittels eines erfindungsgemäßen Zwischenspeichers 7 aufgefangen werden, um damit eine relative Glättung der eingespeisten Leistung zu erzielen, wodurch die Netzverträglichkeit erheblich verbessert wird.

In Fig. 3 ist ein Zeit-Leistungsdiagramm dargestellt, in dem als Grenzwert die maximal einzuspeisende Leistung P_{\max} parallel zur Zeitachse (t) verläuft. Für den Fall, daß die maximale zulässige Einspeiseleistung (P_{\max}) überschritten wird, ist es Aufgabe der elektronischen Steuereinrichtung 4 die überschüssige Leistung 8' über ein passives Bauelement 10 abzuleiten, indem der Schalter 12 geschlossen wird.

10.12.96

7

Die vorliegende Erfindung dient also dazu, Leistungs- bzw. Spannungspitzen, die während der Schaltvorgänge im Netz auftreten, zu vermindern, um damit die Netzverträglichkeit von Windkraftanlagen oder auch anderen Stromerzeugungsanlagen wie beispielsweise photovolatische Erzeugerquellen zu verbessern.

10.12.95

1

PATENTANSPRÜCHE

1. Windkraftanlage mit einem vom Wind getriebenen Rotor (2), der mechanisch mit einem Asynchrongenerator (3) gekoppelt ist, wobei der Asynchrongenerator (3) an ein öffentliches Stromversorgungsnetz (5) angeschlossen ist, gekennzeichnet durch einen rechnergesteuerten Umrichter (6) mit einem Gleichstromzwischenkreis mit Zwischenspeicher (7), der kurzfristige, vom Leitungsmittelwert (9) abweichende positive Leistungsschwankungen (8) aufnimmt und zeitversetzt wieder abgibt.
2. Windkraftanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der mindestens eine Zwischenspeicher (7) ca. 10% der Nennleistung des Asynchrongenerators (3) während mindestens einer Sekunde aufnimmt.
3. Windkraftanlage nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß der rechnergesteuerte Umrichter (6) mindestens einen elektronisch gesteuerten Schalter (11, 12, 13) aufweist.

10.12.98

4. Windkraftanlage nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Zwischenspeicher (7) mittels eines passiven Bauelements (10) über einen Schalter (12) entladen wird.

10.12.98

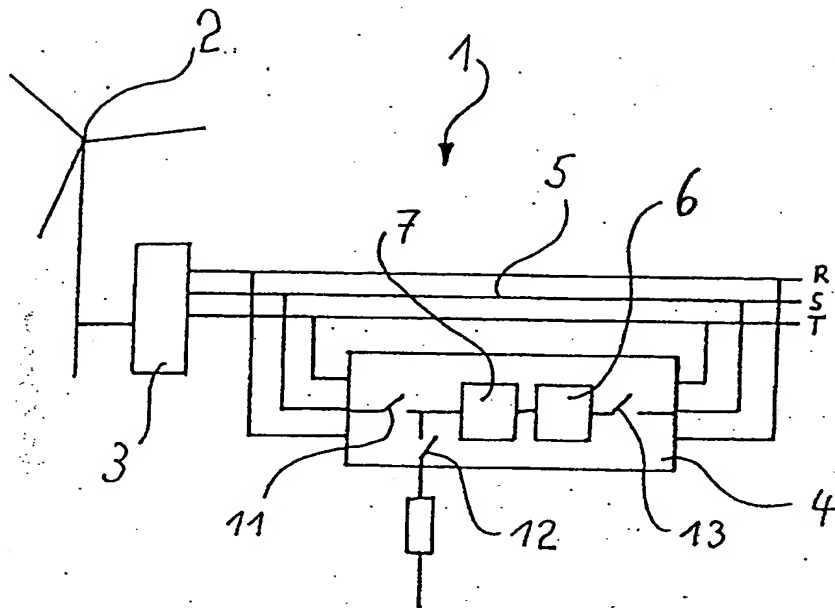


Fig. 1

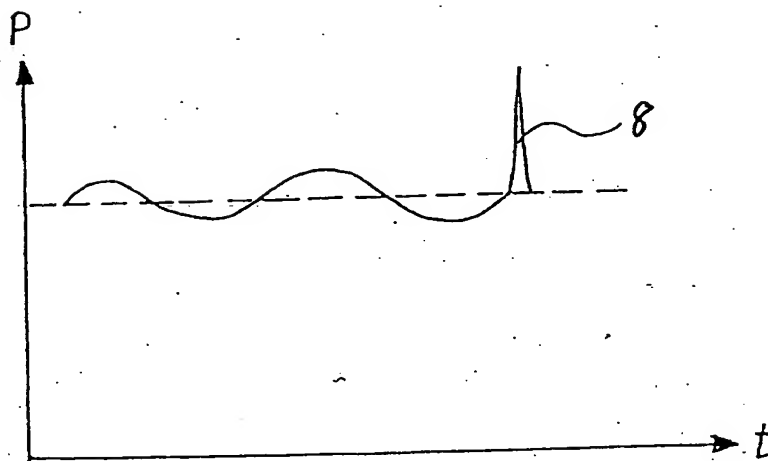


Fig. 2

10.12.98

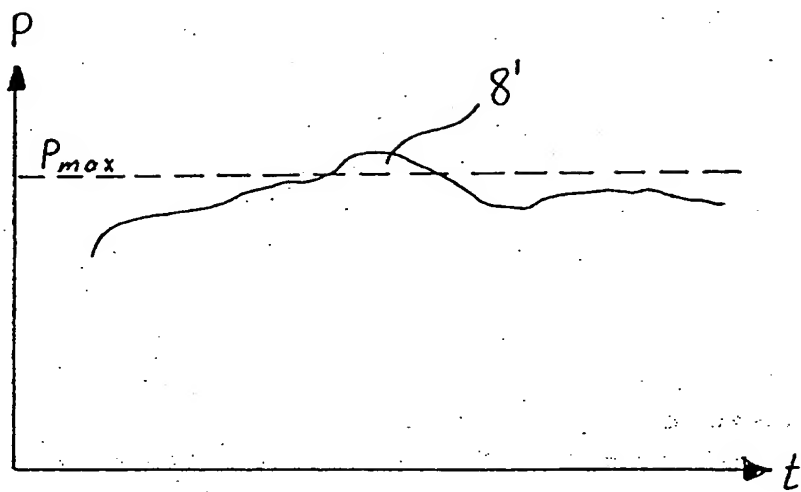


Fig. 3.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY-SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.